

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE00/3320



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 19 DEC 2000
WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

EU

Aktenzeichen: 199 46 224.0
Anmeldetag: 22. September 1999
Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE
Bezeichnung: Einrichtung und Verfahren zum Einsparen
von Fahrenergie bei Schienenfahrzeugen
IPC: B 61 L 27/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäffer

Waasmale:

Beschreibung

Einrichtung und Verfahren zum Einsparen von Fahrernergie bei Schienenfahrzeugen

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung für ein Schienenfahrzeug mit einer Steuereinheit, die unter Heranziehung eines gemessenen, den Ort des Schienenfahrzeugs angebenden Ortsmeßwertes und vorgegebener, abgespeicherter Wegstreckendaten den Abstand des Schienenfahrzeugs zum jeweils vorgesehenen nächsten Haltepunkt ermittelt, unter Heranziehung eines gemessenen, die jeweilige Zeit angebenden Zeitmeßwertes und eines vorgegebenen, abgespeicherten Fahrplans die verbleibende Fahrzeit zum nächsten Haltepunkt ermittelt und unter Berücksichtigung des ermittelten Abstands, der ermittelten verbleibenden Fahrzeit, eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebenden Geschwindigkeitsmeßwertes und vorgegebener, das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreibender Ausrolldaten einen empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt bildet, ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrplanseitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht, und einer mit der Steuereinheit verbundenen und von dieser angesteuerten Ausgabeeinrichtung, die ein den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt angebendes Abschaltsignal erzeugt.

Eine derartige Einrichtung ist aus der US-Patentschrift 5,239,472 bekannt und dient zum Einstauen von Fahrernergie bei Schienenfahrzeugen. Diese Einrichtung weist als Steuereinheit einen Mikroprozessor auf, der mit einem von einer Wegmeßeinrichtung erfaßten Ortsmeßwert und mit in einem Speicher (storage) abgespeicherten Wegstreckendaten den Abstand des Schie-

- nenfahrzeugs zum jeweils nächsten Haltepunkt bestimmt. Der Mikroprozessor ermittelt darüber hinaus mit einem gemessenen Zeitmeßwert, der die jeweilige Uhrzeit angibt, sowie mit einem vorgegebenen, abgespeicherten Fahrplan die dem Schienenfahrzeug zum Erreichen des nächsten Haltepunkts verbleibende Fahrzeit. Mit dem Abstandswert sowie der verbleibenden Fahrzeit errechnet der Mikroprozessor anschließend unter Berücksichtigung der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit und unter Berücksichtigung des Ausrollverhaltens des Schienenfahrzeugs denjenigen Zeitpunkt - nachfolgend empfohlener Antriebsabschaltzeitpunkt genannt - , ab dem das Schienenfahrzeug den jeweils nächsten Haltepunkt antriebslos - also durch Ausrollen oder gebremst - unter Einhaltung des Fahrplans erreichen kann. Mit der Steuereinheit ist eine Ausgabeeinrichtung in Form einer Anzeigeeinrichtung verbunden. Die Anzeigeeinrichtung wird von der Steuereinheit derart angesteuert, daß sie durch Anzeige des Begriffs „coast“ signalisiert, ab wann der Antrieb des Schienenfahrzeugs ausgeschaltet werden kann. Bei der vorbekannten Einrichtung werden die Wegstreckendaten und der vorgegebene Fahrplan vor Inbetriebnahme des Schienenfahrzeugs von einer streckenseitigen Recheneinheit zum Schienenfahrzeug übertragen und dort fest abgespeichert. Bei der vorbekannten Einrichtung handelt es sich zusammengefaßt also um eine Energiespar-Einrichtung, die anzeigt, ab wann der nächste Haltepunkt antriebslos und damit ohne Energieverbrauch unter Ausnutzung der jeweiligen kinetischen Energie des Schienenfahrzeugs fahrplangerecht erreicht werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung der eingangs beschriebenen Art derart fortzuentwickeln, daß mit dieser Abweichungen des tatsächlichen Fahrverhaltens vom empfohlenen Fahrverhalten zuverlässig erfaßbar sind.

Diese Aufgabe wird bei einer Einrichtung der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Einrichtung einen Dateneingang aufweist, an dem ein den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt angebendes Istwertsignal in 5 die Einrichtung eingebbar ist, wobei der tatsächliche Antriebsabschaltzeitpunkt denjenigen Zeitpunkt angibt, zu dem der Antrieb nach dem Erzeugen des Abschaltsignals tatsächlich abgeschaltet wurde, und daß die Steuereinheit einen Speicher aufweist, in dem sie den tatsächlichen und den jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt zur Auswertung abspeichert.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, daß mit dieser Abweichungen des tatsächlichen 15 Fahrverhaltens des Schienenfahrzeugs vom empfohlenen Fahrverhalten erfassbar sind; denn die erfindungsgemäße Einrichtung weist einen Dateneingang auf, an dem ein den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt angebendes Istwertsignal in die Einrichtung eingebbar ist. Liegt dieses Istwertsignal vor, so 20 kann die Steuereinheit der erfindungsgemäßen Einrichtung den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt und den errechneten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt bzw. Datensignale, die diese Zeitpunkte angeben, zur späteren Auswertung in ihrem Speicher abspeichern.

25

Um zu erreichen, daß Abweichungen des Fahrverhaltens auch quantitativ bereits in der erfindungsgemäßen Einrichtung festgestellt werden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, daß sie durch Differenzbildung zwischen dem tatsächlichen und dem jeweils zugeordneten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt einen Zeitdifferenzwert bildet.

Unter Umständen kann es vorkommen, daß der Schienenfahrzeugführer trotz entsprechender Signalisierung durch das Abschaltsignal der Ausgabeeinrichtung nicht umgehend den Antrieb des Schienenfahrzeugs abschaltet, so daß eine erhebliche Zeitdifferenz zwischen dem empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt und dem tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt auftritt und die mit dem Abschalten des Antriebs gewünschte Energieersparnis vermindert wird und u. U. sogar weitgehend ausbleibt. Um dem Schienenfahrzeugführer dies zu signalisieren, wird gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der erfundungsgemäßen Einrichtung vorgeschlagen, daß die Steuereinheit einen Ausgang aufweist und derart ausgestaltet ist, daß sie an ihrem Ausgang ein Warnsignal erzeugt, wenn der Zeitdifferenzwert einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Bei dieser Weiterbildung wird der Schienenfahrzeugführer auf den zeitlichen Verzug aufmerksam gemacht, so daß er sein Fahrverhalten gezielt verbessern kann; ist hingegen die Verzögerung schienenfahrzeugseitig technisch bedingt, so muß bei einmaligem oder wiederholtem Auftreten von Warnsignalen die Einrichtung bzw. die Antriebssteuerung des Schienenfahrzeugs technisch überprüft bzw. gewartet werden.

Gemäß einer zweiten vorteilhaften Weiterbildung der erfundungsgemäßen Einrichtung ist vorgesehen, daß die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, daß sie mit zumindest dem jeweils letzten gebildeten Zeitdifferenzwert einen Verzögerungswert bildet und den jeweils nächsten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt unter weiterer Berücksichtigung dieses gebildeten Verzögerungswerts ermittelt. Bei dieser zweiten Weiterbildung wird das Abschaltsignal also unter Heranziehung eines Verzögerungswertes gebildet; mit diesem Verzögerungswert kann in vorteilhafter Weise beispielsweise die stets auftretende Reaktionszeit des Schienenfahrzeugführers

- berücksichtigt werden, die zwischen dem Auftreten des Abschaltsignals und der Abgabe des tatsächlichen Abschaltbefehls durch den Schienenfahrzeugführer stets vergeht. Wird diese Reaktionszeit nämlich berücksichtigt, so kann trotz ihres unvermeidlichen Auftretens ein minimaler bzw. optimaler Energieverbrauch erzielt werden.

Besonders einfach und damit vorteilhaft läßt sich der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt unter Heranziehung des Verzögerungswertes gewinnen, wenn die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, daß sie unter Berücksichtigung des ermittelten Abstands, der ermittelten verbleibenden Fahrzeit, eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebenden Geschwindigkeitsmeßwertes und vorgegebener, das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreibender Ausrolldaten zunächst einen Hilfs-Abschaltzeitpunkt errechnet, ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrplanseitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht, und anschließend mit dem Hilfs-Abschaltzeitpunkt und dem Verzögerungswert durch Differenzbildung einen vorverlegten Antriebsabschaltzeitpunkt ermittelt und den vorverlegten Antriebsabschaltzeitpunkt als den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt behandelt.

Um insgesamt kurze Fahrzeiten des Schienenfahrzeugs zu erreichen, muß im allgemeinen vermieden werden, daß das Schienenfahrzeug ausschließlich durch Ausrollen am Haltepunkt zum Stillstand kommt, weil nämlich das Ausrollen bei sehr geringen Geschwindigkeiten u. U viel Zeit kosten kann. Aus diesem Grunde wird in der Regel das Schienenfahrzeug bei Erreichen einer Minimalgeschwindigkeit gemäß einem vorgegebenen Bremsverlauf abgebremst. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist gemäß einer Fortbildung der erfundungsgemäßen Einrichtung

vorgesehen, daß die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, daß sie den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt unter zusätzlicher Berücksichtigung eines vorgegebenen Bremsverlaufs und einer vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit ermittelt, bei 5 deren Unterschreiten das Schienenfahrzeug in der Phase des antriebslosen Zufahrens auf den nächsten Haltepunkt gemäß dem vorgegebenen Bremsverlauf abgebremst wird.

Die Erfindung bezieht sich ebenfalls auf ein Verfahren gemäß 10 dem Oberbegriff des Verfahrensanspruchs 7. Ein derartiges Verfahren läßt sich ebenfalls der eingangs erwähnten US-Patentschrift entnehmen.

Bezüglich dieses Verfahrens liegt der Erfindung die Aufgabe 15 zugrunde, es derart fortzuentwickeln, daß Abweichungen des tatsächlichen Fahrverhaltens vom empfohlenen Fahrverhalten zuverlässig erfaßt werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden 20 Merkmale des Verfahrensanspruchs 7 gelöst. Die Vorteile dieses Verfahrens lassen sich inhaltlich den obigen Ausführungen zur erfindungsgemäßen Einrichtung und zu deren Weiter- bzw. Fortbildungen entnehmen; die Vorteile der erfindungsgemäßen Einrichtung gelten nämlich für das erfindungsgemäße Verfahren 25 entsprechend. Das gleiche gilt für die Vorteile der Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die in den Ansprüchen 8 bis 11 beschrieben sind.

Als Erfindung wird außerdem eine Anordnung (vgl. Ansprüche 12 30 und 13) mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung - wie oben beschrieben - und mit einer an einen Datenausgang der erfindungsgemäßen Einrichtung angeschlossenen Auswerteeinrichtung angesehen, die aus der erfindungsgemäßen Einrichtung den ab-

gespeicherten tatsächlichen und den jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt ausliest und durch Differenzbildung zwischen dem tatsächlichen und dem zugeordneten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt einen Zeitdifferenzwert bildet. Die Auswerteeinrichtung kann dabei eine streckenseitige Auswerteeinrichtung sein, die beispielsweise über eine drahtgebundene Verbindung oder eine Funkverbindung mit dem Datenanschluß der erfindungsgemäßen Einrichtung in Verbindung steht. Die Vorteile dieser Anordnung lassen sich den obigen Ausführungen zur erfindungsgemäßen Einrichtung entnehmen.

Zur Erläuterung der Erfindung zeigt eine Figur ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Einrichtung, mit der sich das erfindungsgemäße Verfahren durchführen lässt und die für die erfindungsgemäße Anordnung geeignet ist.

Die Figur zeigt eine Einrichtung 5 für ein nicht dargestelltes Schienenfahrzeug mit einer Steuereinheit 10, die mit ihrem einen Eingang E10A an eine Meßeinrichtung 15 ange schlossen ist. Bei der Meßeinrichtung 15 kann es sich beispielsweise um ein sog. Odometer handeln, das unter Heranziehung der Radumdrehungen des Schienenfahrzeugs die jeweilige Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs und die jeweils bereits zurückgelegte Wegstrecke und damit den jeweiligen Ort S des Schienenfahrzeugs bestimmt. An einem weiteren Eingang E10B der Steuereinheit 10 ist der Steuereinheit 10 ein Zeitgeber in Form einer Uhr 20 vorgeordnet, die die jeweilige Uhrzeit t als Zeitmeßwert zur Steuereinheit 10 überträgt.

Ein zusätzlicher Eingang E10C der Steuereinheit 10 ist mit einem Speicher 25 verbunden, in dem Wegstreckendaten und ein für das Schienenfahrzeug verbindlicher Fahrplan fest abgespeichert sind. Darüber hinaus sind im Speicher 25 Ausrollda-

ten AD abgespeichert, die das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreiben; bei diesen Ausrolldaten AD kann es sich beispielsweise um vorab gemessene Daten handeln, die beim Ausrollen des Schienenfahrzeugs, 5 also bei abgeschaltetem Antrieb, vorab gemessen worden sind.

Die Steuereinheit 10 weist darüber hinaus einen ergänzenden Eingang E10D auf, an dem ein den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt angebendes Istwertsignal Si an die Steuereinheit 10 angelegt werden kann. Der ergänzende Eingang E10D der Steuereinheit 10 bildet zugleich einen Dateneingang E5 der Einrichtung 5.

Die Steuereinheit 10 ist zusätzlich mit einem Datenausgang 15 D10 ausgestattet, an dem in einem (nicht dargestellten) Speicher der Steuereinheit 10 abgespeicherte Daten bzw. Datensignale beispielsweise mit einer (nicht dargestellten) Auswerteinrichtung (Personal Computer bzw. DV-Anlage jeder Art) ausgelesen werden können.

20

Der Steuereinheit 10 ist an einem Ausgang A10 eine Ausgabeeinrichtung 30 nachgeordnet.

Die Einrichtung 5 lässt sich wie folgt betreiben:

25

1. „Erstmaliges Betreiben der Einrichtung 5“:

Mit der Steuereinheit 10 werden zunächst die Meßeinrichtung 15 sowie die Uhr 20 abgefragt; dabei wird ein den jeweiligen 30 Ort des Schienenfahrzeugs angebender Ortsmeßwert S, ein die jeweilige Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebende Geschwindigkeitsmeßgröße V sowie ein die jeweilige Uhrzeit angebender Zeitmeßwert t zu der Steuereinheit 10 übertragen.

- Die Steuereinheit 10 liest anschließend aus dem Speicher 25 als Wegstreckenangabe bzw. Wegstreckendaten den Ort S0 des jeweils nächsten Haltepunkts und eine Sollankunftszeit t0 aus; die Sollankunftszeit t0 gibt dabei die Uhrzeit an, zu der das Schienenfahrzeug den jeweils nächsten Haltepunkt erreicht haben soll. Außerdem fragt die Steuereinheit 10 die im Speicher 25 abgespeicherten Ausrolldaten AD ab.
- 10 Anschließend wird mit der Sollankunftszeit t0, dem Ortsmeßwert S, dem Ort S0 des nächsten Haltepunkts, der Geschwindigkeit V und den Ausrolldaten AD des Schienenfahrzeugs ein empfohlener Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll bestimmt, ab dem das Schienenfahrzeug bei abgeschaltetem Antrieb den nächsten
- 15 Haltepunkt unter Ausnutzung seiner kinetischen Energie und unter Einhaltung des modifizierten Fahrplans erreicht.

Um insgesamt kurze Fahrzeiten des Schienenfahrzeugs zu erreichen, muß im allgemeinen vermieden werden, daß das Schienenfahrzeug ausschließlich durch Ausrollen am Haltepunkt zum Stillstand kommt, weil nämlich das Ausrollen bei sehr geringen Geschwindigkeiten u. U viel Zeit kosten kann. Aus diesem Grunde wird in der Regel das Schienenfahrzeug nach dem Unterschreiten einer vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit gemäß 25 einem vorgegebenen Bremsverlauf abgebremst. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, kann darüber hinaus vorgesehen werden, daß der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll in der Recheneinheit 10 unter zusätzlicher Berücksichtigung des vorgegebenen Bremsverlaufs und der vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit ermittelt wird.

Wie unter Heranziehung dieser Eingabeparameter - also der Sollankunftszeit t0, dem Ortsmeßwert S, dem Ort S0 des näch-

sten Haltepunkts, der Geschwindigkeit V und den Ausrolldaten AD sowie ggf. einer eventuell vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit und einem eventuell vorgegebenen Bremsverlauf - der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll bestimmt werden

- 5 kann, läßt sich der eingangs erwähnten US-Patentschrift 5,239,472 im Detail entnehmen; der Inhalt dieser US-Patentschrift 5,239,472 ist damit also Bestandteil dieser Beschreibung.

10 Nachdem der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll bestimmt worden ist, wird dieser in dem nicht dargestellten Speicher der Steuereinheit 10 abgespeichert. Außerdem bildet die Steuereinrichtung 10 ein Ansteuersignal ST für die Ausgabeeinrichtung 30; die Ausgabeeinrichtung 30 erzeugt daraufhin 15 ein Abschaltsignal, das den Antriebsabschaltzeitpunkt angibt. Bei diesem Abschaltsignal kann es sich beispielsweise wie bei der eingangs erläuterten vorbekannten Einrichtung um eine optische Anzeige handeln, die durch Anzeige des Begriffs „coast“ signalisiert, daß mit dem Ausrollen begonnen werden 20 kann; statt dessen kann es sich auch um eine Anzeige handeln, die optisch und/oder akustisch den Antriebsabschaltzeitpunkt in Form einer Zeitangabe anzeigt bzw. angibt.

Nachdem die Einrichtung 5 das Abschaltsignal erzeugt hat, erwartet sie an ihrem Dateneingang E5 ein den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,ist angebendes Istwertsignal Si; das Istwertsignal gibt also an, wann der Antrieb des Schienenfahrzeugs tatsächlich vom Schienenfahrzeugführer abgeschaltet worden ist. Ein solches Istwertsignal Si kann beispielweise von einer in der Figur nicht dargestellten, an den Dateneingang E5 der Einrichtung 5 und an den Antrieb des Schienenfahrzeugs angeschlossenen Überwachungseinrichtung erzeugt werden, die

- jeweils als das Istwertsignal Si ein logisches Ausgangssignal mit einer logischen „1“ bildet und an die Einrichtung 5 abgibt, wenn der Antrieb des Schienenfahrzeugs abgeschaltet ist, und die
- 5 - jeweils als das Istwertsignal Si ein logisches Ausgangssignal mit einer logischen „0“ bildet und an die Einrichtung 5 abgibt, wenn der Antrieb des Schienenfahrzeugs eingeschaltet ist.

- 10 Die Einrichtung 5 bzw. die Steuereinheit 10 erkennt dann anhand eines Signalwechsels von einer logischen „0“ auf eine logische „1“, daß der Antrieb des Schienenfahrzeugs abgeschaltet wurde; der Zeitpunkt des Signalwechsels entspricht also dem tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,ist. Da
- 15 der tatsächliche Antriebsabschaltzeitpunkt tab,ist als Information (Signalwechsel) im Istwertsignal Si enthalten ist, wurde das Bezugszeichen tab,ist in der Figur am Eingang E5 der Einrichtung 5 angebracht.

- 20 Die Steuereinheit 10 speichert diesen tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,ist in ihrem Speicher ab und bildet anschließend mit dem tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,ist und dem empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll durch Differenzbildung einen Zeitdifferenzwert Δt :
- 25 $\Delta t = \text{tab,ist} - \text{tab,soll}$.

Anschließend vergleicht die Steuereinheit 10 den Zeitdifferenzwert Δt mit einem vorgegebenen Schwellenwert, der beispielsweise 1 Sekunde betragen kann, und erzeugt an ihrem Ausgang A10 ein Warnsignal WS, falls der Zeitdifferenzwert Δt den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet; das Warnsi-

gnal Ws wird dann von der Ausgabeeinrichtung 30 in geeigneter Form z. b. optisch oder akustisch ausgegeben.

Darüber hinaus wird in der Steuereinheit 10 aus dem Zeitdifferenzwert Δt ein Verzögerungswert V gebildet gemäß

$$V = a * \Delta t$$

wobei a ein Faktor zwischen Null und 1 ist. Wie der Faktor a gewählt werden kann, wird im nachfolgenden Abschnitt erläutert.

Der Verzögerungswert V wird von der Einrichtung 5 abgespeichert, beispielsweise in dem Speicher 25.

15

2. „Weiterer Betrieb der Einrichtung 5, nachdem ein Verzögerungswert V ermittelt wurde und in der Einrichtung 5 abgespeichert vorliegt“:

- 20 Falls bereits ein abgespeicherter Verzögerungswert V vorliegt, wird zum Bilden des Abschaltsignals anders vorgegangen als zuvor beschrieben; es wird nämlich zum Berechnen des empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkts zusätzlich der abgespeicherte Verzögerungswert V berücksichtigt, der bei dem jeweils
- 25 zuvor durchgeführten Antriebsabschaltzyklus bestimmt worden ist. Konkret wird hierzu zunächst einmal ein Hilfs-Abschaltzeitpunkt ermittelt, und zwar unter Heranziehung der Sollankunftszeit t_0 , dem Ortsmeßwert S, dem Ort S0 des nächsten Haltepunkts, der Geschwindigkeit V und den Ausrolldaten AD
- 30 sowie ggf. einer eventuell vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit und einem eventuell vorgegebenen Bremsverlauf; die Bestimmung des Hilfs-Abschaltzeitpunkts erfolgt dabei wie die Bestimmung des empfohlenen Abschaltzeitpunkts bei noch nicht

vorliegendem bzw. abgespeichertem Verzögerungswert V (vgl. Beschreibung unter Punkt 1 „Erstmaliges Betreiben der Einrichtung 5“).

- 5 Mit dem Hilfs-Abschaltzeitpunkt sowie dem Verzögerungswert V wird in der Steuereinheit 10 dann der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll gebildet gemäß:

$$\text{tab,soll} = \text{thilf} - V$$

10

wobei thilf den Hilfs-Abschaltzeitpunkt bezeichnet.

- Der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll wird also bezogen auf den eigentlich „korrekten“ Hilfs-Abschaltzeitpunkt thilf anschaulich betrachtet vorverlegt um die Zeitspanne, die durch den Verzögerungswert V festgelegt ist. Ist dabei der Faktor a gleich Eins, so bedeutet dies, daß der Antriebsabschaltzeitpunkt um den Zeitdifferenzwert Δt vorverlegt wird; der Faktor a = 1 wird also dann zu wählen sein, wenn davon ausgegangen werden kann, daß die Reaktionszeit des Schienenfahrzeugführers weitgehend konstant ist. Falls jedoch zu erwarten ist, daß die Reaktionszeit des Schienenfahrzeugführers beim nächsten Abschaltbefehl kürzer ausfällt als beim jeweils zeitlich davor liegenden Abschalten, so sollte der Faktor a etwas kleiner als Eins gewählt werden, um ein zu frühes Abschalten des Antriebs zu vermeiden.

- Nachdem der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll ermittelt worden ist, erfolgt das Erzeugen des Abschaltsignals in der bereits unter Punkt 1 „Erstmaliges Betreiben der Einrichtung 5“ beschriebenen Weise.

14

Es ist im übrigen auch möglich, den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt unter Berücksichtigung mehrerer oder auch aller jeweils zuvor gebildeten Zeitdifferenzwerte zu ermitteln; beispielsweise kann hierzu der Verzögerungswert V als Mittelwert - ggf. auch als gewichteter Mittelwert - gebildet werden:

$$V = a * \frac{1}{i} \sum_i (\Delta t_i * b_i)$$

wobei Δt_i die abgespeicherten zuvor gebildeten Zeitdifferenzwerte und b_i Gewichtsfaktoren bezeichnen, mit denen beispielsweise festgelegt werden kann, daß neuere Zeitdifferenzwerte stärker berücksichtigt werden als ältere.

An ihrem Datenausgang D10 gibt die Steuereinheit 10 Datensignale ab, die den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,ist und den jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt tab,soll angeben. An dem Datenausgang D10 sind diese Datensignale und damit die entsprechenden Zeitpunkte also mit einer nachgeordneten Auswerteeinrichtung auslesbar. Diese Auswerteeinrichtung kann beispielsweise eine streckenseitige Einrichtung sein, die über eine Funkverbindung oder eine andere Art der Datenverbindung mit der Einrichtung 5 bzw. mit dem Datenausgang D10 der Steuereinheit 10 verbunden ist.

25

In der Auswerteeinrichtung kann damit also eine statistische Auswertung aller in der Steuereinheit 10 abgespeicherten Daten erfolgen; konkret können also alle tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkte tab,ist und alle jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkte tab,soll ausgewertet werden, beispielsweise um zu prüfen, ob die Einrichtung 5 korrekt arbeitet.

Patentansprüche

1. Einrichtung (5) für ein Schienenfahrzeug mit
 - einer Steuereinheit (10), die
- 5 unter Heranziehung eines gemessenen, den Ort des Schienefahrzeugs angebenden Ortsmeßwertes (S) und vorgegebener, abgespeicherter Wegstreckendaten den Abstand des Schienenfahrzeugs zum jeweils vorgesehenen nächsten Haltepunkt ermittelt,
- 10 unter Heranziehung eines gemessenen, die jeweilige Zeit angebenden Zeitmeßwertes (t) und eines vorgegebenen, abgespeicherten Fahrplans die verbleibende Fahrzeit zum nächsten Haltepunkt ermittelt und
- 15 unter Berücksichtigung des ermittelten Abstands, der ermittelten verbleibenden Fahrzeit, eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebenden Geschwindigkeitsmeßwertes (V) und vorgegebener, das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreibender Ausrolldaten (AD) einen empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt bildet (tab,soll), ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrplanseitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht, und
- 20 einer mit der Steuereinheit (10) verbundenen und von dieser angesteuerten Ausgabeeinrichtung (30), die ein den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,soll) angebendes Abschaltsignal erzeugt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß die Einrichtung (5) einen Dateneingang (E5) aufweist,
- 25 an dem ein den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist) angebendes Istwertsignal (Si) in die Einrichtung (5) eingebbar ist, wobei der tatsächliche Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist) denjenigen Zeitpunkt angibt, zu

dem der Antrieb nach dem Erzeugen des Abschaltsignals tatsächlich abgeschaltet wurde, und

- daß die Steuereinheit (10) einen Speicher aufweist, in dem
 - sie den tatsächlichen und den jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist ; $tab,soll$) zur Auswertung abspeichert.

5

2. Einrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

10

- die Steuereinheit (10) derart ausgestaltet ist, daß sie
 - durch Differenzbildung zwischen dem tatsächlichen und dem jeweils zugeordneten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist ; $tab,soll$) einen Zeitdifferenzwert bildet.

15

3. Einrichtung nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

20

- die Steuereinheit (10) einen Ausgang (A10) aufweist und derart ausgestaltet ist, daß sie
 - an ihrem Ausgang ein Warnsignal (WS) erzeugt, wenn der Zeitdifferenzwert einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

25

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

30

- die Steuereinheit (10) derart ausgestaltet ist, daß sie
 - mit zumindest dem jeweils letzten gebildeten Zeitdifferenzwert einen Verzögerungswert bildet und
 - den jeweils nächsten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt unter weiterer Berücksichtigung dieses gebildeten Verzögerungswerts ermittelt.

5. Einrichtung nach Anspruch 4,

- dadurch gekennzeichnet, daß
- die Steuereinheit (10) derart ausgestaltet ist, daß sie
 - unter Berücksichtigung des ermittelten Abstands, der ermittelten verbleibenden Fahrzeit, eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebenden Geschwindigkeitsmeßwertes (V) und vorgegebener, das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreibender Ausrolldaten (AD) zunächst einen Hilfs-Abschaltzeitpunkt errechnet, ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrplanseitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht, und anschließend
 - mit dem Hilfs-Abschaltzeitpunkt und dem Verzögerungswert durch Differenzbildung einen vorverlegten Antriebsabschaltzeitpunkt ermittelt und den vorverlegten Antriebsabschaltzeitpunkt als den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt behandelt.
6. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- die Steuereinheit (10) derart ausgestaltet ist, daß sie den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt unter zusätzlicher Berücksichtigung eines vorgegebenen Bremsverlaufs und einer vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit ermittelt, bei deren Unterschreiten das Schienenfahrzeug in der Phase des antriebslosen Zufahrens auf den nächsten Haltepunkt gemäß dem vorgegebenen Bremsverlauf abgebremst wird.
7. Verfahren zum Erzeugen eines Abschaltsignals, bei dem
- unter Heranziehung eines gemessenen, den Ort des Schienenfahrzeugs angebenden Ortsmeßwertes (S) und vorgegebener, abgespeicherter Wegstreckendaten der Abstand des Schienen-

- fahrzeugs zum jeweils vorgesehenen nächsten Haltepunkt ermittelt wird,
- unter Heranziehung eines gemessenen, die jeweilige Zeit angebenden Zeitmeßwertes (t) und eines vorgegebenen, abgespeicherten Fahrplans die verbleibende Fahrzeit zum nächsten Haltepunkt ermittelt wird und
 - unter Berücksichtigung des ermittelten Abstands, der ermittelten verbleibenden Fahrzeit, eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebenden Geschwindigkeitsmeßwertes (V) und vorgegebener, das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreibender Ausrolldaten (AD) ein empfohlener Antriebsabschaltzeitpunkt ($tab, soll$) gebildet wird, ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrlanzeitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht, und
 - als das Abschaltsignal ein den empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt angebendes Signal erzeugt wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
 - der tatsächliche Antriebsabschaltzeitpunkt ermittelt wird, zu dem der Antrieb nach dem Erzeugen des Abschaltsignals tatsächlich abgeschaltet wurde, und
 - jeweils durch Differenzbildung zwischen dem tatsächlichen und dem jeweiligen empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt ($tab, ist; tab, soll$) ein Zeitdifferenzwert gebildet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- ein Warnsignal erzeugt wird, wenn der Zeitdifferenzwert 30 einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- mit zumindest dem jeweils letzten gebildeten Zeitdifferenzwert ein Verzögerungswert gebildet wird und
 - der jeweils nächste empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt unter weiterer Berücksichtigung dieses gebildeten Verzögerungswerts ermittelt wird.
- 5

10. Verfahren nach Anspruch 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- unter Berücksichtigung des ermittelten Abstands, der ermittelten verbleibenden Fahrzeit, eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs angebenden Geschwindigkeitsmeßwertes (V) und vorgegebener, das Ausrollverhalten des Schienenfahrzeugs bei abgeschaltetem Antrieb beschreibender Ausrolldaten (AD) zunächst ein Hilfs-Abschaltzeitpunkt errechnet wird, ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrplanseitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht, und anschließend
 - mit dem Hilfs-Abschaltzeitpunkt und dem Verzögerungswert durch Differenzbildung ein vorverlegter Antriebsabschaltzeitpunkt ermittelt wird und der vorverlegte Antriebsabschaltzeitpunkt als der jeweils nächste empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt behandelt wird.
- 15
- 20

25 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 7 bis 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- der empfohlene Antriebsabschaltzeitpunkt unter zusätzlicher Berücksichtigung eines vorgegebenen Bremsverlaufs und einer vorgegebenen Minimalgeschwindigkeit ermittelt wird, bei deren Unterschreiten das Schienenfahrzeug in der Phase des antriebslosen Zufahrens auf den nächsten Haltepunkt gemäß dem vorgegebenen Bremsverlauf abgebremst wird.
- 30

12. Anordnung mit einer Einrichtung (5) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 und mit einer an einen Datenausgang (D10) der Einrichtung (5) angeschlossenen Auswerteeinrichtung,

- 5 - die aus der Einrichtung (5) den abgespeicherten tatsächlichen und den jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist; tab,soll) angebende Datensignale ausliest und
- die durch Differenzbildung zwischen dem tatsächlichen und dem zugeordneten empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist; tab,soll) einen Zeitdifferenzwert bildet.

13. Anordnung nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- 15 - die Auswerteeinrichtung eine streckenseitige Auswerteeinrichtung ist.

Zusammenfassung

Einrichtung und Verfahren zum Einsparen von Fahrenergie bei Schienenfahrzeugen

5

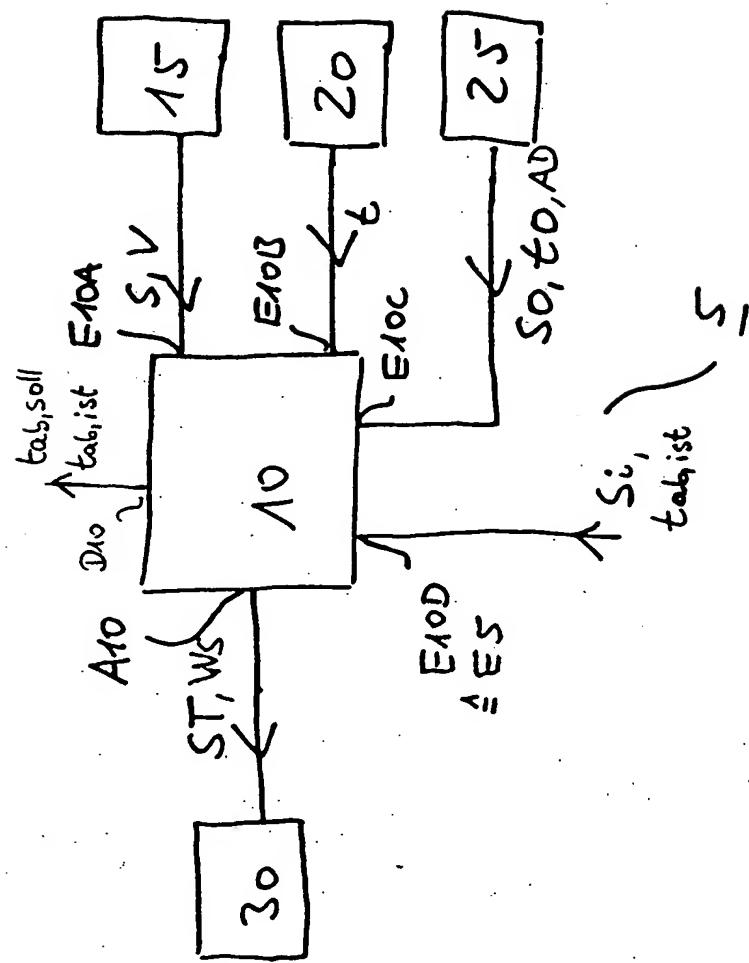
Beschrieben ist u. a. eine Einrichtung (5) für ein Schienenfahrzeug mit einer Steuereinheit (10), die unter Heranziehung vorgegebener Daten und Meßwerte einen Abschaltzeitpunkt errechnet, ab dem das Schienenfahrzeug unter Einhaltung des Fahrplans den jeweils fahrplanseitig vorgesehenen nächsten Haltepunkt antriebslos rechtzeitig erreicht.

Um Abweichungen des tatsächlichen Fahrverhaltens vom von der Einrichtung empfohlenen Fahrverhalten zuverlässig erfaßbar zu machen, ist vorgesehen, daß die Einrichtung (5) einen Dateneingang (E5) aufweist, an dem ein den tatsächlichen Antriebsabschaltzeitpunkt angebendes Istwertsignal (Si) in die Einrichtung (5) eingebbar ist, wobei der tatsächliche Antriebsabschaltzeitpunkt denjenigen Zeitpunkt angibt, zu dem der Antrieb nach dem Erzeugen des Abschaltsignals tatsächlich abgeschaltet wurde, und daß die Steuereinheit (10) einen Speicher aufweist, in dem sie den tatsächlichen und den jeweils zugeordneten, empfohlenen Antriebsabschaltzeitpunkt (tab,ist; tab,soll) zur Auswertung abspeichert.

25

Fig

99 P 4 158



Fig